



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 55 962 C 1

21 Aktenzeichen: 198 55 962.3-16
22 Anmeldetag: 4. 12. 1998
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 31. 5. 2000

679074
51 Int. Cl. 7:
B 29 C 33/38
B 23 K 26/00
G 05 B 19/18

DE 198 55 962 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

72 Erfinder:
Nonnenbroich, Klaus, Dipl.-Ing.(FH), 85084 Reichertshofen, DE; Adickes, Henning, Dipl.-Ing., 85053 Ingolstadt, DE; Schönmann, Lutz, 85055 Ingolstadt, DE

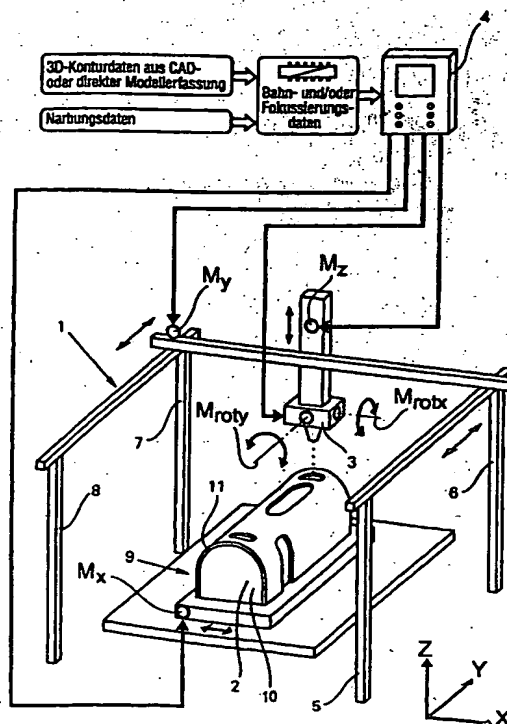
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 33 620 C1
DE 196 18 367 A1
DE 195 17 625 A1
DE 44 41 216 A1
DE 43 26 874 A1
DE 43 24 970 A1
DE 42 13 106 A1
DE 40 29 254 A1
DE 39 32 923 A1

Prospekt "Galvanoform" der Gesellschaft für Galvanoplastik in 779636 Jahr;
Internet: <http://www.webermau.oh.ca/nvd.html>;
Lasercaving - eine neue Bearbeitungstechnologie, F: Allgayer, Technische Rundschau 11/91, S. 36-38;
Entwicklungs-Helfer, W. Trapp, M. Macht, Plastverarbeitung, 46. Jg. 1995, Nr. 11, S. 30-37;
CAD-CAM im Werkzeug- u. Modellbau, C. Dietz, K. Frank, Kunststoffe 79(1989)7, S. 565-577;
CAD/CAM-Einsatz bei einem Werkzeug-, Formen- und Modellbauer f. die Autoindustrie, A. Hofmann;

54 Verfahren zur Herstellung eines Zwischenmodells in Negativform

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zwischenmodells in Negativform für eine Werkzeugformschale, in der ein Formkörper mit gewölbten Konturen und strukturierter Oberfläche aus Kunststoff herstellbar ist, und zwar insbesondere nach dem Slush-Molding-Verfahren. Bei derartigen Verfahren ist es bekannt, zur Erzeugung der strukturierten Oberfläche Narbungsdaten zu erfassen und anschließend weiter zu verarbeiten. Auf der Basis dieser Narbungsdaten wird mit Oberflächenbearbeitungseinrichtungen zur Erzeugung von Zwischenmodellen auf ein Substrat eingewirkt. Nach dem Stand der Technik wird zunächst eine Folie mit strukturierter Oberfläche erzeugt, die dann an einem sogenannten Belederungsmodell aufgetragen wird. Die daraus resultierenden Probleme bei der Narbungsqualität sollen erfindungsgemäß dadurch vermieden werden, daß auf der Basis der Narbungsdaten direkt ein mit Substrat beschichtetes Grundmodell in Negativform oder Positivform einer Oberflächenbearbeitung unterzogen wird. Aufwendige Zwischenprozesse, wie die Erstellung genarbter Folien und auch aufwendige Nacharbeiten am Abguß des Belederungsmodells, können damit entfallen.



DE 198 55 962 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines Zwischenmodells in Negativform gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.

Insbesondere im Kraftfahrzeugbau werden für Verkleidungsteile im Innenraum Formkörper eingesetzt, deren Konturen als Freiformflächen in der Regel gewölbt sind. Zur Erzeugung einer hochwertigen Optik und auch einer angenehmen Haptik werden derartige Formkörper mit strukturierten Oberflächen versehen. Weit verbreitet als Herstellungsverfahren zur Erzeugung von beispielsweise Armaturenbrettern, Konsolen, Türverkleidungen, Säulenverkleidungen und dergleichen ist das sogenannte Slush-Molding, wie es beispielsweise dem Grunde nach in der DE-40 29 254 A1 (B 29 C 41/22) oder in der DE-39 32 923-A1 (B 29 C 41/04) beschrieben ist. Besonders aufwendig ist die Herstellung von Werkzeugformschalen, in denen dann das Slush-Molding-Verfahren durchgeführt wird. Zum Stand der Technik für die Erstellung derartiger Werkzeugformschalen kann grob folgender Standardablauf beschrieben werden:

1. Erfassung und/oder Berechnung von Oberflächenstrukturdaten (Narbungsdaten);
2. Gravieren einer mit einem ersten Substrat beschichteten Walze zur Erzeugung einer ersten Positiv-Oberflächenstruktur;
3. Aufbringung eines zweiten Substrats auf die erste Positiv-Oberflächenstruktur zur Erzeugung einer ersten Negativ-Oberflächenstruktur an dem Substrat;
4. Entfernung des zweiten Substrats von der Walze mit der ersten Positiv-Oberflächenstruktur und Aufziehen des zweiten Substrats mit negativer Prägeoberfläche auf eine erste Prägewalze;
5. Erstellung eines dritten Substrats in Form einer genarbten Folie mit der Prägewalze;
6. Applikation der genarbten Folie an einem Grundmodell, das in etwa die Positivform des herzustellenden Formkörpers aufweist und Schwundmaße einerseits sowie Auftragsmaße durch die Folie andererseits berücksichtigt (Ergebnis dieses Verfahrensschrittes ist ein sogenanntes Belederungsmodell);
7. Herstellung eines ersten Zwischenmodells in Negativform aus einem vierten Substrat als Abguß vom Belederungsmodell;
8. Herstellung eines ersten Hartmodells in Positivform im ersten Zwischenmodell;
9. Nacharbeiten am ersten Hartmodell;
10. Am Hartmodell Herstellung eines zweiten Zwischenmodells in Negativform mit einem fünften Substrat;
11. Erstellung eines Positivmodells als Ausgangsbasis für die Erzeugung einer Werkzeugformschale;
12. Aufbau der Werkzeugformschale durch Beschichtung des Positivmodells mit Metall;
13. Integration der Werkzeugformschale in ein Tragegestell, das in eine Slush-Molding-Maschine integrierbar ist.

Zur näheren Konkretisierung der Verfahrensschritte 1-5 wird beispielsweise auf die DE-43 24 970 A1 hingewiesen. Von herausgehobener Bedeutung in diesem Zusammenhang sind auch die Schriften DE-43 26 874 A1 und DE-196 18 367 A1. In diesen wird im Detail beschrieben, auf welche Weise die beispielsweise durch Abtastung einer Vorlage gewonnenen Narbungsdaten zur Erzeugung einer Oberflächenstruktur auf einem Substrat verarbeitet werden. Von

besonderer Bedeutung ist diesbezüglich auch die DE-44 41.216-A1 (B 23 K 26/08). Zur Abrundung des Standes der Technik wird hinsichtlich der Gestaltung von Substratoberflächen mittels eines Laserstrahls noch hingewiesen auf die Schriften DE-195 17 625 A1, DE-42 13 106 und DE-41 33 620 C1.

Für die Verfahrensschritte 6-13 wird zur näheren Erläuterung auf ein Prospekt des Unternehmens "Galvanoform - Gesellschaft für Galvanoplastik mbH in D-77933 Lahr" hingewiesen. Alternativ zu der in diesem Prospekt beschriebenen Beschichtung des Positivmodells gemäß Verfahrensschritt 12 kann die Erstellung der Werkzeugformschale auch mit einer sogenannten Nickel-Vapor-Deposition-Anlage durchgeführt werden. Angaben hierzu sind am 12.11.1998 im Internet beispielsweise unter der Adresse "<http://www.weberman.on.ca/nvd.html>" veröffentlicht worden.

Aus dem vorstehend Beschriebenen wird deutlich, daß die Erstellung von Innenausstattungsteilen mit genarbten Oberflächen insgesamt sehr zeitaufwendig ist und darüber hinaus auch des Einsatzes hochqualifizierter Fachkräfte bedarf.

Aus der Veröffentlichung "Lasercaving - eine neue Bearbeitungstechnologie, Franz Allgayer, Technische Rundschau 11/91, S. 36-38" ist das Abtragen von Material aus einem Rohling mittels Laser bekannt. Diese Art des Materialabtrags ist beispielsweise für die Herstellung von Werkzeugformen nutzbar. Einen allgemeinen Überblick über die Herstellung von Formen vermittelt die Veröffentlichung "Entwicklungs-Helfer, W. Trapp, M. Macht, Plastverarbeiter 46. Jahrgang 1995, Nr. 11, S. 30-37" Grundlagen zur Anwendung der Computertechnik im Formen- und Modellbau werden beschrieben in den Schriften "CAD-CAM im Werkzeug- und Modellbau, C. Dietz, K. Frank, Kunststoffe 79 (1989) 7, S. 565-577", und "CAD-CAM-Einsatz bei einem Werkzeug-, Formen- und Modellbauer für die Autoindustrie, A. Hofmann, CA93-CA98".

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, das bei zumindest gleicher Oberflächenqualität eine deutlich schnellere Erstellung von Werkzeugformschalen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst mit Verfahren gemäß der Patentansprüche 1 oder 2. Die darauf jeweils bezogenen Unteransprüche betreffen besonders vorteilhafte Weiterbildungen dieser Lösungsvarianten. Gemäß einer ersten Lösungsvariante werden die in einem Steuergerät gespeicherten Narbungsdaten direkt zur Bearbeitung eines Substrats verwendet, das auf einem dem zu erstellenden Formkörper ähnelnden, in etwa konturgleichen Grundmodell aufgebracht ist. Der Verbund aus Substrat und Modell ist dabei so geformt, daß unter Berücksichtigung von Schwundmaßen von den Konturen her bereits ein Positivmodell des zu erstellenden Formkörpers vorliegt. An diesem wird dann in einem weiteren Verfahrensschritt mittels eines Oberflächenbearbeitungswerkzeuges oder einer Oberflächenbearbeitungseinrichtung das Substrat unter Verwendung der in dem Steuergerät abgelegten Narbungsdaten so bearbeitet, daß zu der bereits vorliegenden Sollkontur am Positivmodell noch eine Sollstruktur für die Oberfläche eingebracht wird. Von dem auf diese Weise bearbeiteten Positivmodell wird dann bevorzugt mit Silikonkautschuk ein Abguß genommen, wie es allgemein nach dem Stand der Technik auch nach Fertigstellung des sogenannten Belederungsmodells üblich ist. Abweichend vom Stand der Technik ist allerdings das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugte Zwischenmodell frei von störenden Linien, die normalerweise beim Beziehen von Modellen mit Leder oder Narbungsfolien zwangsläufig entstehen. Auch Dehnungen oder Stauchun-

gen des Narbungsmusters im Bereich von scharfen Konturwölbungen des Formkörpers, die bei der Erstellung des sogenannten Belederungsmodells unvermeidlich sind, werden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren von vornherein ausgeschlossen, weil durch die am Modell erfolgende Oberflächenbearbeitung keinerlei Druck- oder Zugspannungen in das Substrat selbst eingebracht werden. Umfangreiche Ziselier- und Retouchierarbeiten an einem aus dem ersten Zwischenmodell gewonnenen Hartmodell sind damit nicht mehr erforderlich oder werden zumindest auf ein Minimum reduziert.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß das in Positivform ausgeführte Grundmodell beispielsweise durch Präzisionsfräsen in bekannter Weise direkt aus CAD-Daten (CAD: Computer Aided Design) erzeugbar ist, die im Konstruktionsentwurf bereits vorliegen und für den Einsatz in numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen einsetzbar sind. Auf der Basis dieser CAD-Daten wird gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung auch eine Bahnberechnung für die Steuerung eines Laserstrahlapparates vorgenommen, um so durch translatorische und/oder rotatorische Bewegungen am Laserstrahlkopf oder durch Manipulationen an der Laseroptik zur Verlagerung der Fokussierung auf der Oberfläche des Substrats die gewünschte Struktur erzeugen zu können.

Ein besonderer Vorteil der ersten Lösungsvariante ist darin zu sehen, daß hinsichtlich der insgesamt während der einzelnen Verfahrensstufen eingesetzten Werkstoffe und Werkzeuge keine neuen Wege beschritten werden müssen. Es können konventionelle Laserstrahlapparate genutzt werden und, insbesondere auch das in den Schriften DE-196 18 367 A1 und DE-43 26 874 A1 beschriebene Steuerungs-Know-How zur Anwendung gebracht werden.

Für die Bahnführung von Laserstrahlapparaten kann auf Know-how aus der Verschweißung von Fahrzeugkarosserieblechteilen zurückgegriffen werden. Von herausgehobener Bedeutung sind dabei Einrichtungen, bei denen sowohl das zu bearbeitende Grundmodell als auch der Laserstrahlapparat abgestimmt zueinander bewegt werden, um so zur Strukturierung der Substratoberfläche auch schwierige Konturen nachfahren zu können.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann auch über gekrümmte Konturen hinweg eine Narbung mit einem geraden Linienverlauf erzeugt werden, weil durch die direkte Bearbeitung des Positivmodells keinerlei Quetschungen oder Dehnungen im Bereich von relativ scharfen Kanten auftreten. Außerdem kann auf verschiedenen Teilbereichen der Formkörperoberfläche das Narbungsmuster variiert werden, um damit besondere optische Effekte zu erzielen. Besonders hervorzuheben ist aber auch die Tatsache, daß auf Formkörpern mit völlig unterschiedlicher Gestalt stets ein einheitliches Narbungsmuster gut reproduzierbar hergestellt werden kann. So sind beispielsweise im Fahrzeuginnenraumbereich Türverkleidungen, Säulenverkleidungen und Armaturenbretter derart unterschiedlich, daß aufgrund der im Zuge der Belederung eingebrachten Quetschungen oder Dehnungen teilweise Narbungsbilder entstehen, deren Unterschied insbesondere darin auffällt, wenn die vorgenannten Teile im verbauten Zustand im Fahrzeuginnenraum aneinander angrenzen.

Die vorstehend beschriebenen Vorteile lassen sich auch mit einem Verfahren gemäß dem Patentanspruch 2 erzielen. Bei diesem ist vorgesehen, daß das Substrat einer Negativform des Formkörpers zugeordnet ist und zusammen mit diesem unter Berücksichtigung von Schwundmaßen die Erstellung eines fertigen Hartmodells erlaubt. Zu diesem Zweck werden die ursprünglich erfaßten und gegebenenfalls durch Nachberechnung verfeinerten Narbungsdaten so in-

vertiert, daß auch bezüglich der gewünschten Oberflächenstruktur ein Negativmodell auf dem Substrat erzeugt wird. Gegenüber der ersten Lösungsvariante ergibt sich als Vorteil die Einsparung eines weiteren Verfahrensschrittes. Auf diese Weise läßt sich die Gesamtbearbeitungszeit weiter verkürzen und auch die Fehleranfälligkeit wird geringer. Diesen Vorteilen ist allerdings eine erhöhter Aufwand bei der Bewegung des Laserstrahlapparates und/oder des zu gravierenden Substrats gegenüberzustellen. Je nach der jeweils vorliegenden Topographie des Formkörpers kann eine der beiden vorgeschlagenen Lösungsvarianten bevorzugt werden. So empfiehlt sich die zweite Lösungsvariante insbesondere für Formkörper mit einer relativ geringen räumlichen Tiefe und einer weitgehend ebenen Oberfläche, also beispielsweise für Türsäulenverkleidungen.

Aus den in den Unteransprüchen angegebenen Merkmalen wird deutlich, daß zur Umsetzung der beiden Lösungsvarianten unterschiedliche Werkstoffe und darauf jeweils optimierte Oberflächenbearbeitungsverfahren zur Anwendung kommen können. So eignet sich für Substrate auf Kunststoffbasis, also beispielsweise für Silikonkautschuk, als Oberflächenbearbeitungswerkzeug insbesondere ein Laserstrahlapparat oder ein System von mehreren Laserstrahlapparaten. Anhand schematischer Skizzen werden die beiden Lösungsvarianten in der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1: die Bearbeitung eines in Positivform ausgeführten Grundmodells mittels eines Laserstrahlapparates.

Fig. 2: für einen mit Fig. 1 vergleichbaren Aufbau die Oberflächenbearbeitung eines ersten Zwischenmodells in Negativform.

Gleiche Bauteile oder Bauteilabschnitte weisen in allen Figuren die gleiche Bezifferung auf.

Man erkennt in Fig. 1 eine Oberflächenbearbeitungseinrichtung, deren wesentliche Elemente hier ein insgesamt mit 1 bezeichnetes Handhabungsportal, eine in x-Richtung verfahrbare Werkstückaufnahme 2, ein Laserstrahlapparat 3 und ein Steuergerät 4 sind. Der Laserstrahlapparat 3 ist hier durch symbolisch angedeutete Antriebe M_x und M_z translatorisch und über einen Drehmotor M_{rot} rotatorisch bewegbar. Über einen weiteren Antrieb M_y ist die Werkstückaufnahme 2 zwischen Säulen 5, 6 einerseits und Säulen 7, 8 andererseits des Handhabungsportals 1 in der Weise translatorisch verschiebbar, daß zusammen mit Bewegungen am Laserstrahlapparat 3 für die vollständige Bearbeitung eines Werkstückes 9 die jeweils erforderlichen Relativlagen eingestellt werden können.

Die in Fig. 1 angegebene Aufteilung der Bewegungsachsen auf die Komponenten Handhabungsportal 1; Werkstückaufnahme 2 und Laserstrahlapparat 3 ist grundsätzlich frei wählbar. Es kann also auch eine andere als die in der Zeichnung dargestellte Konfiguration vorgesehen werden. Ebenso kann für die Bewegung des Laserstrahlapparates 3 anstelle von Handhabungsportalen auch eine beispielsweise als Roboter ausgeführte Standhandhabungseinrichtung verwendet werden. Derartige Standhandhabungseinrichtungen stehen als Standardkomponenten zur Verfügung und sind hinsichtlich ihres Genauigkeitsgrades an die Feinheit der gewünschten Oberflächenstruktur anzupassen.

Das in Positivform vorliegende Werkstück 9 ist hier ein Verbund aus einem Grundmodell 10 und einer darauf vorzugsweise als Dünnschicht aufgetragenen Substratschicht 11. Diese kann beispielsweise aufgegossen, auflaminiert oder anvulkanisiert sein und aus einem Werkstoff bestehen, wie er bereits in konventionellen Verfahren schon verwendet wird. Vorstellbar ist also beispielsweise Silikonkautschuk. Für dessen Oberflächenbearbeitung sind insbesondere die Laserstrahlparameter bereits bekannt, so daß für

den eigentlichen Oberflächenabtrag als solchen kein gesondertes Verfahrens-Know-How zu erarbeiten ist. Vorstellbar ist aber auch die Ausführung des Werkstückes 9 nach Art eines monolithischen Blockes oder einer einteiligen Schale, der beziehungsweise die beispielsweise auch aus Metall bestehen können. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn eine besonders flache Narbung mit äußerst feinem Oberflächenmuster erzeugt werden soll.

Die jeweiligen Arbeitspunkte für den Laserstrahlapparat 3 ergeben sich aus einer Überlagerung von Konturdaten des zu erstellenden Formkörpers und Narbungsdaten, die aus der jeweils gewünschten Oberflächenstruktur resultieren. Beim Laserstrahlapparat 3 kann die richtige räumliche Zuordnung des Laserstrahlbrennpunktes zur Oberfläche des Werkstückes 9 durch mechanische Bewegung des Laserstrahlapparates 3 und/oder durch Beeinflussung der Laseroptik durch Verlagerung des Brennpunktes vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung ist beispielsweise eine Kombination von Konturdaten und Narbungsdaten in der Weise, daß für das Abfahren der Kontur der Laserstrahlapparat 3 selbst gesteuert wird und zur Erzeugung der Struktur eine Änderung der Fokussierung in der Weise vorgenommen wird, daß für besonders tiefe Eingrabungen die Fokussierung entsprechend verändert wird und an nicht abzutragenden Oberflächenbereichen der Brennpunkt soweit verschoben wird, daß nicht genügend Energie für einen Oberflächenabtrag in das Werkstück 9 eingebracht werden kann.

Insbesondere für im Automobilbau eingesetzte Kleidungsteile liegen häufig Datenbeschreibungen vor, die auf sogenannten CAD (Computer Aided Design)-Arbeitsstationen entweder errechnet oder aus einer dreidimensionalen Abtastung heraus umgerechnet worden sind. Diese sogenannten 3D-Daten werden häufig in einem Standardformat abgelegt, das auch für Steuergeräte von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen auslesbar ist. Für die Umsetzung der erfindungsgemäßen Lösungsvarianten kann somit die ohnehin meist schon vorhandene Geräte- und Datenstruktur innerhalb eines produzierenden Betriebes genutzt werden.

Das Ausführungsbeispiel in Fig. 2 zeigt eine Werkstückaufnahme 12 nach Art eines Troges. In diesem befindet sich beispielsweise als Substrat eine Silikonschicht 13, deren für den Laserstrahlapparat 3 zugängliche Oberfläche die Negativform des zu erstellenden Formkörpers repräsentiert. In diese Oberfläche ist dann ein Negativabdruck von der gewünschten Oberflächenstruktur mit dem Laserstrahlapparat 3 eingebrannt. Zu diesem Zweck werden die ohnehin schon vorhandenen Narbungsdaten so umgerechnet, daß die am Positivmodell gewünschten Erhebungen auf dem Substrat 13 als Vertiefungen und entsprechend die auf dem Positivmodell gewünschten Vertiefungen im Negativmodell als Erhebungen erscheinen. Der Vergleich der Fig. 1 und 2 zeigt, daß mit dem gleichen apparativen Aufwand die eine oder die andere Lösungsvariante in Betracht gezogen werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zwischenmodells in Negativform für eine Werkzeugformschale, in der ein Formkörper mit gewölbten Konturen und strukturierter Oberfläche aus Kunststoff, insbesondere nach dem Slush-Molding-Verfahren, herstellbar ist, mit den Verfahrensschritten:

- Erfassung und Verarbeitung von die strukturierte Oberfläche beschreibenden Narbungsdaten,
- Einwirkung auf ein der Erzeugung des Zwischenmodells dienendes Substrat (11) mit wenig-

stens einem Oberflächenbearbeitungswerkzeug oder einer Oberflächenbearbeitungseinrichtung (3), das beziehungsweise die an wenigstens ein die Narbungsdaten verarbeitendes Steuergerät (4) angeschlossen ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das Substrat (11) einem dem Formkörper ähnelnden, in etwa konturgleichen Grundmodell (10) zugeordnet wird,
- die Einwirkung des Oberflächenbearbeitungswerkzeugs beziehungsweise der Oberflächenbearbeitungseinrichtung (3) auf das Substrat (11) erfolgt, wenn das Substrat (11) dem Grundmodell (10) zugeordnet ist,
- von dem Verbund aus Substrat (11) und Grundmodell (10) das Zwischenmodell abgenommen wird.

2. Verfahren zur Herstellung eines Zwischenmodells in Negativform für eine Werkzeugformschale, in der ein Formkörper mit gewölbten Konturen und strukturierter Oberfläche aus Kunststoff, insbesondere nach dem Slush-Molding-Verfahren, herstellbar ist, mit den Verfahrensschritten:

- Erfassung und Verarbeitung von die strukturierte Oberfläche beschreibenden Narbungsdaten,
- Einwirkung auf ein der Erzeugung des Zwischenmodells dienendes Substrat (11) mit wenigstens einem Oberflächenbearbeitungswerkzeug (14) oder einer Oberflächenbearbeitungseinrichtung (3), das beziehungsweise die an wenigstens ein die Narbungsdaten verarbeitendes Steuergerät (4) angeschlossen ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das Substrat (13) einem der Negativform des Formkörpers ähnelnden, in etwa konturgleichen Grundmodell (12) zugeordnet ist,
- zur Erzeugung des Zwischenmodells das Oberflächenbearbeitungswerkzeug oder die Oberflächenbearbeitungseinrichtung (3) auf der Basis invertierter Narbungsdaten auf das Substrat (13) einwirkt, wenn dies dem Grundmodell (12) zugeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat eine an dem in Positiv- oder Negativform ausgebildeten Grundmodell (10, 12) applizierbare Dünnschicht aus Kunststoff oder Metall gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat eine auf das Grundmodell auflegbare Folie vorgesehen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat eine Lackschicht mit vorgegebener Schichtdicke vorgesehen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmodell und das Substrat material einheitlich ausgeführt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmodell und das Substrat einteilig ausgeführt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Oberflächenbearbeitungseinrichtung wenigstens ein Laserstrahlapparat (3) verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß

- in dem Steuergerät (4) Konturdaten abgelegt werden, die an den gewölbten Konturen des zu erstellenden Formkörpers orientiert sind,
- dem Steuergerät (4) auf der Basis der Kontur-

daten und Narbungsdaten Bahndaten zur Bewegung des Laserstrahlapparates und/oder zur Beeinflussung der Strahlfokussierung zugewiesen werden,

– die Oberflächenbearbeitung des Substrats nach Maßgabe der Bahndaten erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat Silikonkautschuk gewählt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

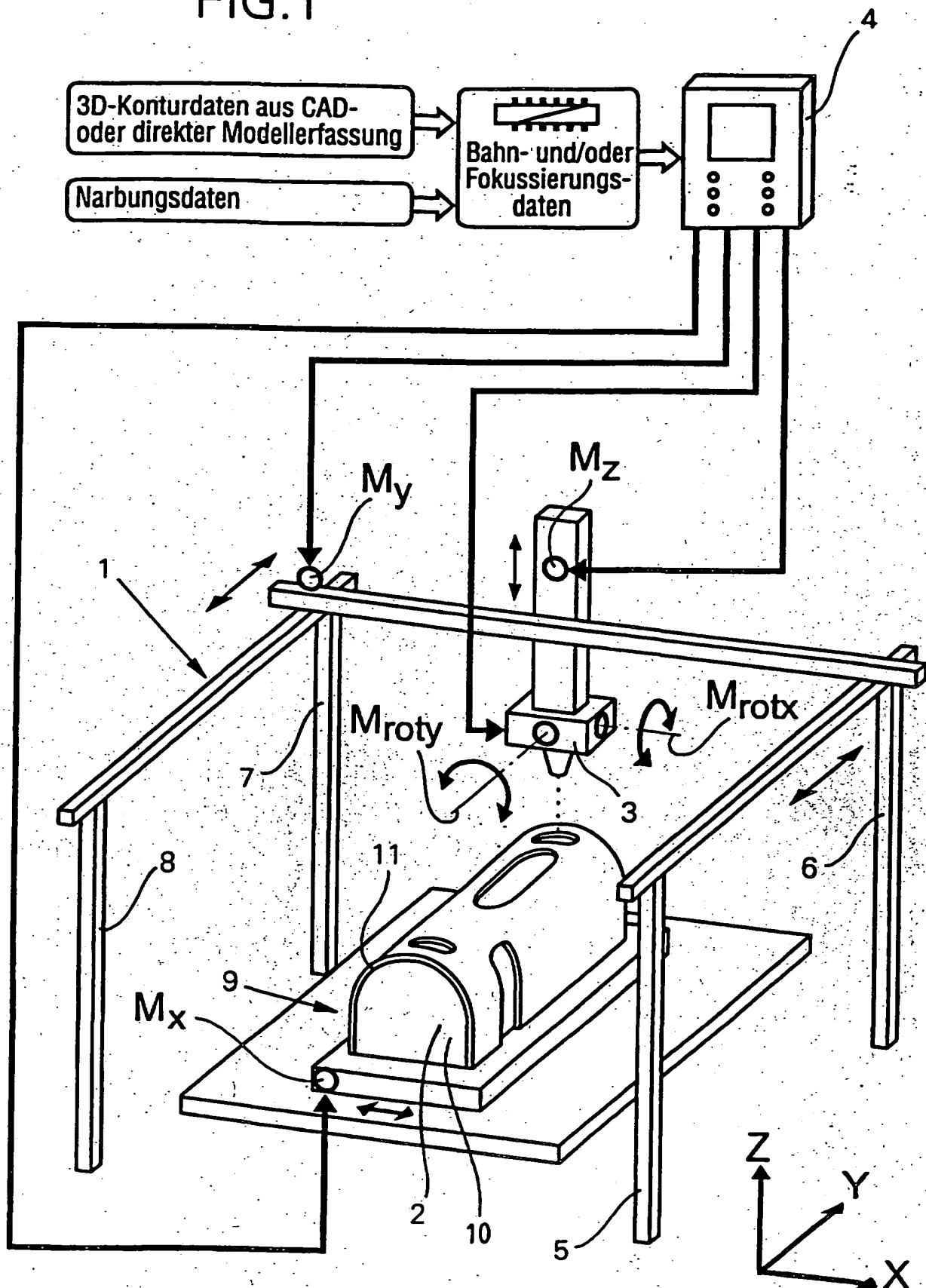


FIG. 2

